Lane Medical Library

Untersuchungen

über das

aufrechte Netzhautbild.

INAUGURAL-DISSERTATION,

WELCHE

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN UND CHIRURGIE

MIT ZUSTIMMUNG

DER MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

am 17. November 1877

NEBST DEN ANGEFÜGTEN THESEN

ÖFFENTLICH VERTHEIDIGEN WIRD

DER VERFASSER

Johannes Friedrich Carl Thel

aus Wulkow in der Mark.

OPPONENTEN:

P. Weisser, Dr. med.

P. Schröter, Dr. med.

M. Overweg, Dd. med.

BERLIN.

Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke).

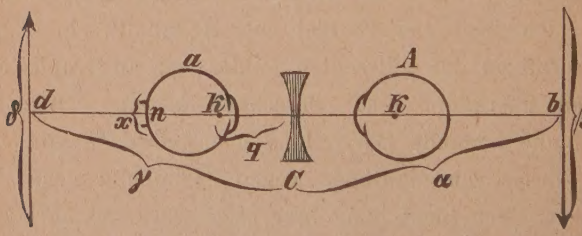
Linienstr. 158.

Ueber die zur Untersuchung der aufrechten Netzhautbilder in jedem einzelnen Falle nothwendigen Correctionsgläser und über die Vergrösserung dieses Netzhautbildes ist in letzter Zeit sehr viel geschrieben und an einzelnen Beispielen gerechnet worden (Schweigger, Mauthner, Snellen, Landolt, Schnabel, Stammeshaus u. A.). Man scheint aber zunächst weniger beachtet zu haben, dass die ganz allgemeine und zugleich elegante Lösung der Aufgabe bereits vorlag in zwei einfachen Formeln von Helmholtz (Physiolog. Optik p. 177 und 178), vorausgesetzt, dass man diese Gleichung richtig diskutirt. In der vortrefflichen Ophthalmoskopie von Mauthner (p. 219) wird die Ansicht ausgesprochen, dass sich nach der Formel von Helmholtz die Vergrösserungen des aufrechten Bildes bei ametropischen Augen überhaupt nicht berechnen lassen. Ich hoffe durch die folgende Darstellung nachweisen zu können, dass dieser von Mauthner gegen Helmholtz erhobene Vorwurf doch nicht ganz berechtigt war, was übrigens schon von Schnabel erkannt war. Meine Auseinandersetzung soll gewissermaassen ein Scholion bilden zu der kurzen, aber vollständigen Theorie des Augenspiegels, welche Helmholtz selber gegeben und welche bis heute

keine wesentliche Aenderung erfahren hat. Die Refractionszustände der menschlichen Augen sind jedoch seitdem (1856), Dank den Arbeiten von Donders u. A., weit genauer und umfassender erkannt worden. Nach dieser Richtung hin ist eine Erläuterung der Helmholtz'schen Formeln nothwendig geworden. Wir werden sehen, dass sie aus einem einzelnen Fall richtig abgeleitet, eine durchaus allgemeine Geltung für alle Fälle besitzen, sowie wir den variablen Grössen alle möglichen, factisch vorkommenden Werthe zugestehen. Uebrigens war dieses aus der analytischen Form, welche Helmholtz den Gesetzen bezüglich der Correctionsgläser und der Vergrösserung gegeben, von vorn herein vorauszusehen. Das ist der grosse Vorzug der analytischen Darstellung, dass sie das allgemeine Gesetz in der einfachsten Form giebt.

Zur nachstehenden Auseinandersetzung wurde ich angeregt durch die Einleitungsvorlesungen, welche Herr Dr. Hirschberg im Wintersemester 1876 über Ophthalmoskopie gehalten.

Fig. 1.



Helmholtz stellt bekanntermassen die Untersuchung im aufrechten Bilde in folgender Weise dar (vgl. Fig. 1): Es sei α das untersuchte Auge, k sein Knotenpunkt, x eine mit dem Augenspiegel erleuchtete Netzhautstelle,

β dasjenige umgekehrte Bild dieser Netzhautstelle, welches durch die Medien (das Hornhaut-Krystalllinsen-System oder Doppelobjectiv) des untersuchten Auges selber entworfen wird, und zwar in der Fernpunktsebene b dieses Auges, wenn die Accommodation vollkommen entspannt wird — und das geschieht bei der Untersuchung im dunklen Zimmer. Dieses Bild β wird durch die zwischen das untersuchte Auge α und das untersuchende A eingeschobene Concavlinse C wieder in d aufgerichtet und vom Beobachter betrachtet. Zunächst ist klar, dass β und δ zwei conjugirte Bilder darstellen für das System der Concavlinse. Wir wollen den absoluten Werth der negativen Brennweite dieser Concavlinse mit C bezeichnen; dann ist (nach dem Gesetz für die conjugirten Brennweiten[1])

$$\text{I.} \quad -\frac{1}{C} = -\left(\frac{1}{\alpha}+\frac{1}{\gamma}\right)$$

falls wir die Entfernung Cb mit α, Cd mit γ bezeichnen.

Für das dioptrische System des untersuchten Auges sind x und β zwei conjugirte Bilder, $kn = y$ einerseits und $kb = \alpha + q$ andrerseits ihre respectiven Entfernungen vom Knotenpunkt k des Systems; ferner sind für das gewählte (hier concave) Correctionsglas β und δ zwei conjugirte Bilder, α und γ ihre respectiven Entfernungen vom Knotenpunkt des Correctionsglases C. Nach den Elementen der Optik verhalten sich die Grössen zweier konjugirter Bilder eines dioptrischen Systems zu einander wie die Entfernungen derselben vom Knotenpunkt des Systems. Folglich ist

---

[1]) $\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$.

$$1) \quad -\frac{\beta}{x} = \frac{\alpha + q}{y}$$

$$2) \quad -\frac{\delta}{\beta} = \frac{\gamma}{\alpha}.$$

Durch Multiplication beider Gleichungen erhält man die Vergrösserung V:

$$\text{II.} \quad V = \frac{\delta}{x} = \frac{\gamma}{y} \cdot \frac{(\alpha+q)}{\alpha} = \frac{\gamma}{y}\left(1 + \frac{q}{\alpha}\right) = \frac{\gamma}{y} + \frac{\gamma}{y} \cdot \frac{q}{\alpha}.$$

Soweit die Helmholtz'schen Formeln. Jetzt wäre nachzuweisen, dass dieselben für jeden Brechzustand der beiden in Betracht kommenden Augen gültig sind und alle Fragen, welche man überhaupt stellen kann, auf die einfachste Weise lösen.

I. Berechnung der Correctionsgläser für das aufrechte Bild.

Durch die lineare Gleichung, welche zwischen den Grössen C, α und γ besteht, ergiebt sich ein nothwendiger Zusammenhang zwischen denselben, so dass, wenn eine der beiden Grössen α und γ sich ändert, auch C sich ändern muss. Zunächst müssen wir die Bedeutung jeder dieser drei Grössen kennen. C ist die Hauptbrennweite des Correctionsglases; α ist die Fernpunktsdistanz des untersuchten Auges, welche aber hier von dem Knotenpunkte des Correctionsglases gerechnet wird, nicht von dem des untersuchten Auges. Bezeichnen wir, wie üblich, die eigentliche Fernpunktdistanz des untersuchten Auges kb mit r so ist

$$\alpha = r - q = r^1$$

γ können wir betrachten als die deutliche Sehweite oder besser Projectionsweite des untersuchenden Auges,

falls dasselbe seine Accommodation in Thätigkeit setzt; ebenso gut können wir aber, unsere Formel gilt ganz allgemein, auch γ ansehen als die von dem Knotenpunkt des Correctionsglases C ausgerechnete Fernpunktsdistanz des untersuchenden Auges, sobald wir annehmen, dass das letztere bei erschlaffter Accommodation untersucht, was ja für das aufrechte Bild vorzuziehen ist. Bezeichnen wir die von dem Knotenpunkt des untersuchenden Auges wie gewöhnlich gerechnete Fernpunktsdistanz desselben mit R, so können wir $\gamma = R$ setzen, da das untersuchende Auge so nahe an den Spiegel und das dahinter befindliche Correctionsglas heranrückt, dass die Entfernung zwischen Knotenpunkt des Auges und Knotenpunkt des Glases nicht in Betracht kommt, selbst nicht für die stärksten Gläser, welche noch Anwendung finden. Wir schreiben also unser Gesetz jetzt

$$\text{I a.} \quad \frac{1}{C} = -\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r^1}\right)$$

Zwei Aufgaben sind überhaupt möglich und kommen in praxi vor. Bedingung zur Lösung einer jeden dieser beiden Aufgaben ist: *γνωθι σεαυτον*, d. h. man muss seine eigene Fernpunktsstellung (Refraction) kennen, eventuell durch den Versuch ermitteln; $\frac{1}{R}$ muss immer bekannt sein.

a) Die erste Aufgabe besteht darin, dass das passende Correctionsglas gesucht werden soll, wenn man die Refraction des untersuchten Auges auf andere Weise (etwa durch Gläserprüfung, d. h. durch die subjective Refractionsbestimmung) ermittelt hat. Gegeben

sind R und r^1, gesucht wird C; gefunden wird es unmittelbar aus Gleichung I a.

b) Die zweite Aufgabe verlangt aus dem empirisch (durch Probiren) gefundenen passenden Correctionsglase die Refraction (den Grad der Ametropie) des untersuchten Auges zu bestimmen. Das gefundene Correctionsglas kann positiv oder negativ sein. Gegeben ist jetzt R und C, gesucht wird r^1; gefunden wird es aus I a:

$$\mp \frac{1}{C} + \frac{1}{R} = + \frac{1}{r^1}$$

Betrachten wir unsere Gleichung I a: Die Grösse C ist dargestellt als abhängig von den Grössen R und r^1. Die Erfahrung hat uns gezeigt, dass sehkräftige Menschenaugen eine Fernpunktsdistanz besitzen können, welche etwa von $+ 2''$ bis $+ \infty$ und von $- \infty$ bis $- 2''$ wechseln kann.

Eine endliche positive Fernpunktsdistanz $\left(\frac{1}{r} > o\right)$ charakterisirt den myopischen Brechzustand; r oder $\frac{1}{r}$ ist das naturgemässe Mass der Myopie, bei welcher immer die Netzhaut (N) hinter der Hauptbrennebene (F) seines dioptrischen Systems liegt. Für die practischen Zwecke des Sehens kommt es lediglich auf die Distanz zwischen F und N an. Entscheidend und darum massgebend ist die Relation $\frac{1}{r} = \frac{1}{F} - \frac{1}{N}$, wobei wir das dioptrische System ersetzt denken durch eine im Knotenpunkt des Auges stehende Glaslinse von der Brennweite F.

Eine unendlich grosse Fernpunktsdistanz $\left(\frac{1}{r} = o\right)$

charakterisirt den emmetropischen Brechzustand, bei dem die Netzhaut in die hintere Brennebene fällt:

$$\frac{1}{r} = o = \frac{1}{F} - \frac{1}{N};\ F = N.$$

Eine endliche negative Fernpunktsdistanz $\left(\frac{1}{r} < o\right)$ charakterisirt den hypermetropischen Brechzustand, bei welchem die Netzhaut vor der hinteren Hauptbrennebene des dioptrischen Systemes liegt.

$$\frac{1}{F} - \frac{1}{N} \text{ wird negativ, } = -\frac{1}{r}.$$

Neue Combinationen (3^2) sind überhaupt möglich; ihre Zusammenstellung ist folgendermassen, wenn wir mit den grossen Buchstaben in der von Donders eingeführten Weise die Ametropie des Beobachters, mit dem kleinen entsprechenden Buchstaben die Ametropie des Untersuchten bezeichnen:

Ee.	*Em.*	*Eh.*
Me.	*Mm.*	*Mh.*
He.	*Hm.*	*Hh.*

Dieselben neun Fälle aber können wir aus unserer Gleichung I a erhalten, wenn wir R und r^1 successive alle diejenigen Werthe verleihen, welche sie thatsächlich erlangen können.

1. $R = \infty$; $r^1 = \infty$; d. h. *Ee*, beide Augen sind emmetropisch. $\frac{1}{C} = o$ d. h. ein Correctionsglas ist nicht erforderlich.

2. Wird eine der beiden Grössen R, r^1 unendlich, so wird C gleich der andern.

a) $R = \infty$, d. h. der Untersucher ist Emmetrop.

$\frac{1}{C} = \pm \frac{1}{r^1}$; das an seinem Ort im Raume die Ametropie des Untersuchten corrigirende Glas ist erforderlich.

α) r^1 ist positiv, der Untersuchte myopisch. $\frac{1}{C} = \frac{1}{r^1}$; das an seinem Ort im Raum die Myopie des Untersuchten corrigirende Concavglas ist erforderlich.

β) r^1 ist negativ, der Untersuchte ist hyperopisch. $\frac{1}{C} = + \frac{1}{r^1}$; das an seiner Stelle im Raum den Untersuchten corrigirende Convexglas ist erforderlich.

b) $r^1 = \infty$ d. h. der Untersuchte ist emmetropisch, der Untersucher ametropisch. $\frac{1}{C} = + \frac{1}{R}$; das an seiner Stelle im Raum die Ametropie des Untersuchers corrigirende Glas ist erforderlich.

α) R ist positiv, der Untersucher myopisch; $\frac{1}{C} = -\frac{1}{R}$.

β) R ist negativ, der Untersucher hypermetropisch; $\frac{1}{C} = + \frac{1}{R}$.

3) R und r^1 seien beide endlich. Sie können nunmehr beide positiv oder beide negativ sein, oder das eine positiv und das andere negativ.

a) R ist positiv und endlich, r^1 ist positiv und endlich, d. h. beide Augen sind myopisch ($M \cdot m$). $\frac{1}{C} = -\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r^1}\right)$. Erforderlich ist dasjenige Concavglas, dessen Brechkraft die Summe darstellt der Brechkräfte derjenigen beiden Concavgläser, welche an dem Ort des Augenspiegel-Correctionsglases die Myopie jedes der beiden Augen corrigiren.

b) R ist negativ und endlich, r^1 ist negativ und endlich; beide Augen sind hyperopisch ($H \cdot h$). $\frac{1}{C} = + \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r^1}\right)$. Dasjenige Convexglas ist erforderlich, welches die Summe derjenigen beiden Convexgläser darstellt, welche an ihrem Platz im Raum die Hyperopie beider Augen corrigiren.

c) Wird eine der beiden Grössen R r^1 positiv und endlich, die andere negativ und endlich ($M h$ und $H m$), so wird $\frac{1}{C}$ die algebraische Summe von $\frac{1}{R}$ und $\frac{1}{r^1}$ werden. Diese algebraische Summe kann selbstverständlich einen positiven oder einen negativen Werth haben oder $= o$ werden, je nachdem von den Werthen $\frac{1}{R}$ und $\frac{1}{r^1}$ der seinem absoluten Werth nach grössere positiv oder negativ oder aber der eine gleich dem andern wird. Somit kann das Correctionsglas in den beiden Fällen $M h$ und $H m$ entweder positiv oder negativ oder o werden.

Wir wollen jetzt annehmen, dass der Knotenpunkt des corrigirenden Hülfsglases einen Zoll (27 mm.) vor dem Knotenpunkt des untersuchten Auges steht, und dass das untersuchende Auge sich unmittelbar hinter dem Correctionsglas befinde, dann wird

$$\pm r^1 = \pm (r - 1),\ R^1 = R,$$

und wir erhalten die folgende allgemeine Tabelle der passenden Correctionsgläser für alle Fälle. Hier bedeutet $r = + x$ dasselbe wie $m = \frac{1}{x}$; und $r = - x$ dasselbe wie $h = \frac{1}{x}$; $R = + x$ dasselbe wie $M = \frac{1}{x}$

und $R = -x$ dasselbe wie $H = \frac{1}{x}$. Für jeden möglichen Fall der Concurrenz eines R und r ist der reciproke Werth der metr. Dioptrien ausgedrückten Brennweite des positiven oder negativen Correktionsglases unmittelbar aus der Tabelle abzulesen. Jeder Untersucher kann die seinem R entsprechende Vertikalreihe sich aus der Tabelle herausnehmen.

y giebt auf Basis des schematischen Auges die Netzhaut-Knotenpunkts-Distanz für jeden Brechzustand des durch Aenderung der Sehaxe in seiner Brechkraft geänderten schematischen Auges, δ die Differenz, die zur Berechnung der Tiefendimension dient.

So komplicirt auch die Sache beim ersten Anblick erscheint, da neun verschiedene Hauptarten, und jede mit den zahlreichsten kontinuirlich in einander übergehenden Untervarietäten, vorliegen, so werden doch alle die verschiedenen Möglichkeiten beherrscht durch einen geometrischen Satz, durch eine analytische Formel: Dasjenige Correctionsglas ist passend, für welches, zwischen das untersuchte und das untersuchende Auge gebracht, die Fernpunkte beider Augen zwei conjugirte Bildpunkte darstellen, oder: $C = -\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r^1}\right)$.

Zum Schluss dieser Betrachtung noch eine geometrische Bemerkung. Unsere Formel kann für einen bestimmten Beobachter (R = constant) auch geschrieben werden: $\frac{1}{y} = \frac{1}{a} + \frac{1}{x}$ oder:

$$x_1 + y_1 = a^2$$

und stellt somit eine Hyperbel dar. Setzt man aber

$$\frac{1}{C} = v, \quad \frac{1}{R} = a, \quad \frac{1}{r^1} = \xi,$$

so folgt

$v = a + \xi$, also eine lineare Gleichung. Giebt man nunmehr dem a immer verschiedene Werthe, entsprechend den verschiedenen Werthen des R, so erhält man als graphischen Ausdruck unserer gesammten Tabelle I einfach eine Schaar paralleler, grader Linien, welche die Abscissenachse unter einem Winkel von 45° schneiden. Man erkennt aber aus der Gleichung $v = a + \xi$ den eigentlichen Vortheil dieser Einheit, dass nämlich das Linsengesetz aus einer Gleichung zweiten Grades umgewandelt wird in eine Gleichung ersten Grades.

II. Berechnung der Tiefendimensionen im Augengrund.

Wenn derselbe Beobachter bei erschlaffter Accommodation zwei verschiedene Hülfsgläser braucht, um zwei verschiedene Ebenen des Augengrundes nach einander deutlich zu sehen (z. B. den Gipfel und die Basis einer geschwollenen pap. optic., oder den Rand und den Grund einer grubig vertieften pap.), so kann er aus der Refractionsdifferenz der beiden Hülfsgläser unter gewissen Voraussetzungen die räumliche Distanz, d. h. den Tiefenabstand jener beiden Ebenen annähernd mit Leichtigkeit berechnen. Unsere Voraussetzung besteht darin, dass das dioptrische System des untersuchten Auges von dem des schematischen nicht erheblich abweicht.

Für jedes beliebige System kugeliger Flächen, wel-

Tabelle I.

$\uparrow \delta$	y		$R=-12$	$R=-9{,}5$	$R=-6{,}5$	$R=-4{,}5$	$R=-3$	$R=-1{,}6$	$R=\infty$	$R=+1{,}6$	$R=+3$	$R=+4{,}5$	$R=+6{,}5$	$R=+9{,}5$	$R=+12$
mm.	mm.														
0,6	12,16	$r=-12$ $(r_1=-9{,}5)$	+20	+18	+16	+14	+12	+11	+9,5	+ 8	+6,5	− 5	+ 3	0	− 3
0,6	12,76	$r=-9{,}5$ $(r_1=-7{,}5)$	+20	+18	+14	+12	+11	+9,5	+ 7	+ 6	+4,5	+ 3	+1,25	− 2	− 5
0,4	13,4	$r=-6{,}5$ $(r_1=-5{,}5)$	+18	+15	+12	+11	+ 9	+ 7	+5,5	+ 4	+2,25	+0,75	−0,9	− 4	− 7
0,4	13,8	$r=-4{,}5$ $(r_1=-4)$	+ 7	+15	+11	+ 9	+7,5	+ 6	+ 5	+2,75	+1,1	−0,50	−2,1	− 5	− 8
0,4	14,2	$r=-3$ $(r_1=-2{,}9)$	+16	+12	+10	+ 8	+6,5	+4,5	+ 3	+1,3	−0,25	−1,75	−3,5	− 7	−10
0,4	14,6	$r=-1{,}6$ $(r_1=-1{,}5)$	+14	+11	+7,5	+6,5	+3,5	+ 3	+1,5	0	−1,5	− 3	− 5	−7,5	−11
0,5	15,0	$r=\infty$ $(r_1=\infty)$	+12	+9,5	+6,5	+5,5	+ 3	+1,5	0	−1,5	− 3	− 5	−6,5	−9,5	−12
0,5	15,5	$r=+1{,}6$ $(r_1=+1{,}7)$	+11	+ 8	+ 5	+ 3	+2,25	0	−1,5	− 3	− 5	−6,5	− 8	−11	−15
0,5	16,0	$r=+3$ $(r_1=+3{,}5)$	+ 9	+ 6	+3,5	+1,25	−0,3	− 2	−3,5	− 5	−6,5	− 8	−9,5	−12	−16
0,5	16,5	$r=+4{,}5$ $(r_1=+5)$	+ 7	+3,5	+0,9	−0,75	−2,25	−3,8	−5,5	− 6	− 9	−10,5	−12	−15	−18
1,2	17,0	$r=+6{,}5$ $(r_1=+7)$	+ 5	+ 2	−1,25	− 3	−4,5	− 6	−7,5	−9,5	−11	−12	−14	−18	−20
1,4	18,2	$r=+9{,}5$ $(r_1=+12)$	0	+ 3	− 4	− 8	−9,5	−11	−12	−15	−16	−18	−19	−21	−24
	19,6	$r=+12$ $(r_1=+18)$	−6,5	−9,5	−12	−14,5	−16	−18	−19	−20	−21	−22,5	−24	−27,5	−30

ches scharfe Bilder von beliebig entfernten Objecten liefert, gilt

1) $$\varphi_1 \varphi_2 = F_1 F_2,$$

wo φ_1 die von dem vorderen (ersten) Hauptbrennpunkt des Systems ab gerechnete Objectdistanz, φ_2 die von dem hinteren (zweiten) Hauptbrennpunkt ab gerechnete Bilddistanz, F_1 die erste, F_2 die zweite Hauptbrennweite bedeutet. Für das schematische Auge ist $F_1 F_2 = 15.20 = 300$. Ferner ist

2) $$\varphi_1 = \alpha - F_2$$

wenn α (die Fernpunktsdistanz eines Auges) von seinem vereinigten Knotenpunkt ab gerechnet wird;

3) $$\varphi_2 = y - F_2,$$

wenn y die Distanz zwischen Knotenpunkt und Netzhaut darstellt. Aus 1) 2) 3) folgt

4) $$\alpha = \frac{F_2 y}{y - F_1} \text{ und } y = \frac{F_1 \alpha}{\alpha - F_2}.$$

Liegt das Centrum der Netzhaut in der Hauptbrennebene des Doppelobjectivs des Auges, der Gipfel der Pap. aber davor, so entspricht dieser Gipfel einem gewissen Grad von Uebersichtigkeit, für welchen y aus Gleichung 4) zu berechnen ist. Somit findet man den Tiefenabstand δ zwischen dem Gipfel der Papilla und der Netzhautebene

$$\delta = y - y_0, \text{ wo } y_0 = 15\,\text{mm} =$$

der Knotenpunktsdistanz der emmetropischen Netzhaut ist.

Betrachtet man eine bestimmte Refractionsdifferenz der beiden Hülfsgläser als Einheit (z. B. die in Tab. 1 gewählte $^1/_{24}$, also die Brechkraft einer Glaslinse von 24″ Brennweite), so ist sofort ersichtlich, dass für den-

selben Beobachter die gewählte Einheit nicht dieselbe Tiefendimension bedeutet bei verschiedenen untersuchten Augen, ja streng genommen nicht einmal bei demselben untersuchten Auge, wenn zwei verschiedene Tiefendimensionen zu berechnen sind, etwa zwei auf einander gesetzte Hügel einer geschwellten Pap. opt.

Um dieses auf möglichst elementarem Wege zu beweisen, berechnen wir für jedes α d. h. für jeden Brechzustand das dazu gehörige y nach Anleitung der Gleichung 4). Die Resultate sind bereits Tab. 1 linker Hand verzeichnet (in jener Tabelle hat r dieselbe Bedeutung wie jetzt α, nämlich Fernpunktsdistanz). $\frac{1}{r}$ steigt an nach der gewählten Einheit $^1/_{24}$. Wir sehen, dass für die höheren Grade ($> {}^1{}_6$) von Myopie des Untersuchten die scheinbare Abnahme der Brechkraft des Auges um $^1{}_{24}$ entspricht einem Vorrücken δ, der untersuchten Fläche im Augengrunde, um 0,7 mm. Bei schwächerer Myopie des untersuchten Auges entspricht die scheinbare Abnahme der Brechkraft um $^1{}_{24}$ einem $\delta = 0{,}5$ mm. Bei schwacher Hyperopie des untersuchten Auges entspricht die scheinbare Abnahme der Brechkraft desselben einem $\delta = 0{,}4$ mm., und für starke Hyperopiegrade einem $\delta = 0{,}3$ mm.

Doch ist die Berechnung von r aus dem empirisch gefundenen C nach unsrer Formel I a) kein Messungsresultat im strengsten physikalischen Sinne. Das mit dem Hülfsglas kombinirte Doppelobjectiv des untersuchten Auges ist kein physikalischer Messapparat, der etwa einem guten Fernrohr oder Mikroskope vergleichbar wäre. Dem untersuchten Auge müssen wir

Astigmatismus $^1/_{120}$ als physiologisch zugestehen. Bei der schärfsten Einstellung mit einem stabilen Augenspiegel hat es keinen Sinn, die Refraction des Untersuchten bis auf $^1/_{120}$ genau zu bestimmen, man müsste denn angeben, für welchen Meridian des untersuchten Auges die Bestimmung gilt; man müsste eigentlich auch hinzufügen, für welche Brechbarkeit der einfallenden Lichtstrahlen, da ein Theil unseres Messapparates, namentlich das untersuchte Auge nicht achromatisch ist. Ferner haben unsere besten zur Refractionsmessung benutzten Augenspiegel keine kontinuirlich veränderlichen Hülfslinsen, sondern gestatten nur sprungweise Veränderungen um $^1/_{48}$. Dasselbe ist der Fall, wenn wir zu dem von Mauthner modificirten Jaeger'schen Spiegel die Gläser unseres Brillenkastens hinzufügen. Allerdings können wir die sprungweise Aenderung des Hülfsglases durch Veränderung des Abstandes ein wenig compensiren. Dabei blicken wir bei den gewöhnlichen Augenspiegeln schief durch die Hülfsgläser (am wenigsten bei dem Helmholtz'schen und Jaeger'schen), so dass die actuelle Brennweite von der auf dem Glase verzeichneten ein wenig abweicht. Endlich aber, und dieses ist das Wichtigste, besitzt unser Apparat aus Doppelobjectiv des untersuchten Auges und Hülfslinse kein Fadenkreuz und kann kein solches erhalten: also ist eine im physikalischen Sinne exacte Einstellung für parallele Lichtstrahlenbündel nicht möglich.

Die gerügten Mängel sollen uns nicht abhalten, den Augenspiegel auch weiterhin als werthvollsten Refractionsmesser zu verwenden; aber sie sollen uns aufklären über die mögliche Grösse des Fehlers, welcher

auch für den geübtesten Beobachter in vielen Fällen $^1/_{48}$ betragen kann.

III. Die Vergrösserung des aufrechten Bildes.

Wir haben als allgemeines Gesetz für die Vergrösserung des aufrechten Bildes gefunden $V = \frac{\gamma}{y} + \frac{\gamma q}{y \alpha}$. γ ist die deutliche Sehweite des Untersuchers ($8'' = 216$ mm.), q die Distanz zwischen Knotenpunkt des untersuchten Auges (etwa 1 bis $2'' = 27$ bis 54 mm.), y die Netzhaut-Knotenpunkt-Distanz des untersuchten Auges (etwa 15 mm.), α die Fernpunktsdistanz des untersuchten Auges.

1. Für den Fall der Emmetropie wird α unendlich, folglich verschwindet in unsrer Formel rechter Hand der zweite Bruch und wir erhalten $V = \frac{\gamma}{y} = \frac{216}{15} = 14$, falls wir für die verschiedenen Fälle von Emmetropie nur geringe Schwankungen des y zulassen, wie es der Erfahrung zu entsprechen scheint.

2. Für die Fälle von Ametropie erlangt α endliche variable Werthe, positive für Myopie, negative für Hyperopie.

Wie verhält sich dabei y?

Der menschliche Augapfel wird naturgemäss in zwei Abschnitte getheilt, durch die Ebene des vereinigten Knotenpunktes; der vordere Abschnitt von der Hornhaut bis zur Knotenpunktsebene umfasst den dioptrischen Apparat des Auges, das Hornhautlinsensystem oder Doppelobjectiv des Auges.

Das emmetropische Normalauge geht in ein ametropisches über entweder durch Veränderung des vorderen Bulbusabschnittes (Ametropia antica) oder durch Veränderung des hinteren Bulbusabschnittes (Ametropia postica) oder durch gleichzeitige Veränderung beider Bulbusabschnitte (Ametropia mixta).

Noch schärfer werden diese Definitionen, wenn wir ihnen das reducirte Normalauge zu Grunde legen. Nach Listing-Helmoltz hat dasselbe eine Länge von 20 mm., einen (Hornhaut-) Krümmungsradius von 5 mm., einen Brechungsindex von 1,3. Die Netzhaut liegt in der hinteren Brennebene. Da das reducirte Auge nur eine brechende Fläche besitzt, so kommen ihm drei optische Constanten zu, welche Lage und Krümmung der brechenden Fläche und das Brechungsverhältniss ausdrücken: wir wählen als optische Constanten 1. das Brechungsverhältniss $n = 1{,}3$; 2. den Krümmungsradius $\varrho = 5\,\text{mm.}$; 3. die Kotenpunkt-Netzhautdistanz (Knotenpunkt-Brennpunktsdistanz oder Hauptbrennweite) $y = 15\,\text{mm.}$; selbstverständlich ist $\varrho + y = s$, der Sehaxenlänge (20 mm.). Ametropie durch Veränderung von n wollen wir ausschliessen, weil die Erfahrung keinen Anhalt für die Annahme eines solchen bietet. Demzufolge entsteht Ametropie entweder durch Veränderung von ϱ bei constanten y (Am. antica), oder durch Veränderung von y bei constantem ϱ (Am. postica), oder durch gleichzeitige Veränderung von ϱ und y (Am. mixta). Eine Unterabtheilung der letzten Form wird durch die Bedingung $s =$ constant gegeben. Was wir Am. postica nennen, ist dasselbe wie die Axenametropie der Autoren: es ist erfahrungsgemäss der

gewöhnliche Fall. Was wir als Am. antica definirt haben, deckt sich nicht genau mit der Refractions-Ametropie (Dioptrische Ametropie, Krümmungsametropie) der Autoren, da man als Bedingung dieser Form die Constanz von s aufgestellt hat. Vielmehr bildet die Krümmungsametropie der Autoren, zu der die aphakische Hypermetropie gehört, eine Varietät unserer Am. mixta.

a) Wir berechnen zuerst für die Am. postica das jedem Grad von Ametropie zukommende y (ϱ = constant = 5 mm.) nach der Formel $y = \frac{r\,F^1}{r - F_2}$, wo $F_1 = 15$ mm. die vordere Brennweite, $F_2 = 20$ mm., die hintere Brennweite, r die vom Knotenpunkt (Mittelpunkt) gerechnete Fernpunkts-Distanz, $A = \pm \frac{1}{r}$ das Maass der Ametropie bedeutet.

Die Resultate dieser Rechnung sind in der Tab. I verzeichnet.

b) Wir berechnen ferner für die Am. antica das jedem Grad von Ametropie zukommende ϱ (y = constant = 15 mm.) nach der Formel $\frac{n_{''}}{g_1} + \frac{n_1}{g_{''}} = \frac{n_{''} - n_1}{\varrho}$ (Helmoltz physiolog. Optik p. 44) oder $\varrho = \frac{(n_{''} - n_1)\, g_1\, g_{''}}{n_{''}\, g_{''} + n_1\, g_1}$.

Es ist aber $n_1 = 1$; $n_{''} = {}^4/_3$; $g_{''} = 15$; $g_1 = r = \frac{1}{A}$, also variabel mit dem Ametropriegrade. Folglich wird überraschend einfach $\varrho = \frac{5 \cdot r}{20 + r}$.

Ametropia antica.	ϱ	y	$s = y + \varrho$ $= 15 + \varrho$
$H = \frac{1}{3}$ $r = -3{,}27$ mm.	6,6	15	21,6
$H = \frac{1}{6}$ $r = -6{,}27$ mm.	5,7	15	20,7
$H = \frac{1}{24}$ $r = -24{,}27$ mm.	5,2	15	20,2
E $r = \infty$	5	15	20
$M = \frac{1}{24}$ $r = +24{,}27$ mm.	4,8	15	19,8
$M = \frac{1}{6}$ $r = +6{,}17$ mm.	4,2	15	19,2
$M = \frac{1}{3}$ $r = +3{,}27$ mm.	4	15	19

c) Wir berechnen endlich für die Krümmungsametropie des Autoren (s = constant = 20 mm., y und ϱ variabel, Am. mixta) das jedem Grad von Ametropie zukommende ϱ und y, einfacher als Snellen und Landolt[1]) und unzweideutig d. h. aus einer linearen Gleichung:

$$\frac{n_1}{f_1} + \frac{n_2}{f_2} = \frac{n_2 - n_1}{\varrho} \text{ (Helmholtz l. cit.)}$$

f_2 ist constant = 20 mm., f_1 variabel und zwar für Myopie mit grosser Annäherung gleich $r - s$, wo r die vom Knotenpunkt aus gerechnete Fernpunktsdistanz in Millimetern bedeutet und für Hyperopie f_1 mit grosser Annäherung gleich $-r + 15$

$$\varrho = \frac{(n_2 - n_1)\, f_1\, f_2}{n_1 - f_2 + n_2\, f_1} = \frac{6{,}6 \cdot f_1}{20 + 1{,}3 \cdot f_1}$$

[1]) Diese Autoren finden (Ophthalmometr. 119) den Krümmungsradius $\varrho = \frac{\sqrt{g'\, f'' + (g' - f'')\, 2} - (g' - f'')}{2}$. Jeder Quadratwurzel kommen jedoch zwei Werthe zu.

Ametropria mixta s = constant.	ϱ	y	s
H $^1/_3$	6,4	13,6	20
H $^1/_6$	5,3	14,7	20
H $^1/_{24}$	5,01	14,99	20
E	5	15	20
M $^1/_{24}$	4,95	15,05	20
M $^1/_6$	4,6	15,4	20
M $^1/_3$	4,25	15,75	20

Wie vorauszusehen, stimmen die schwachen Ametropiegrade der 2. und 3. Form fast vollständig überein und auch für die starken Ametropiegrade ist die Uebereinstimmung grösser als zwischen der ersten und der dritten oder zwischen der ersten und zweiten Form. Hierdurch wird unser Eintheilungsprincip noch weiter motivirt.

3. In irgend einem concreten Fall von Ametropie ist, wie schon Schweigger hervorgehoben hat und wie aus unserer Formel sofort ersichtlich wird, die Vergrösserungszahl auch von q, also — innerhalb gewisser Grenzen — von der Willkür des Untersuchers abhängig. V wächst mit wachsendem q, wenn α positiv ist, wenn also Myopie besteht. Je grösser q, desto stärker muss das Concavglas sein, für welches die nach Grösse und Lage gegebenen Bilder β und δ zwei conjugirte Bilder darstellen. Die Vergrösserung wächst hier ebenso, als wenn man zu demselben Objectiv eines Präparirmikroskops, welches aufrechte Bilder giebt, ein stärkeres Concavglas als Ocular hinzufügt. Wenn wir hingegen einen concreten Fall von Hyperopie ins Auge fassen, wo α negativ ist, während

q sein positives Zeichen behalten muss, da das Correctionsglas immer vor dem untersuchten Auge steht, so folgt aus $V = \frac{\gamma}{q} + \frac{\gamma \cdot q}{y \cdot \alpha}$, dass mit wachsendem q die Vergrösserung abnimmt. Aber je weiter jetzt das positive Glas von dem untersuchten Auge absteht, desto schwächer muss es sein, um corrigirend zu bleiben. Die Vergrösserung nimmt ab ebenso, als wenn wir ein im Raum feststehendes Object mit immer schwächeren Loupen aus stetig wachsendem Abstand betrachten. Beide Fälle lassen sich folgendermassen zusammenfassen: In jedem Fall von Refractionsametropie wird der absolute Werth des Vergrösserungszuwachses $V - Ve = W = \pm \frac{\gamma \cdot q}{y\,\alpha}$ vergrössert durch Vergrösserung von q.

Da nun aber ein möglichst grosses Gesichtsfeld erwünscht ist, welches für das aufrechte Bild nur aus 1—2″ Abstand gewonnen werden kann, so hat q einen engen Spielraum. Wir werden in dem Folgenden q als constant betrachten, was wir ja in unserer Hand haben. Wir setzen einmal $q = 1''$ oder 27 mm., das andere Mal $q = 1\frac{1}{2}'' = 40$ mm. $q < 1''$ ist der Einfachheit halber nicht berücksichtigt, weil es praktisch kaum vorkommt.

Wenn gar kein Correctionsglas erforderlich ist, bleibt q doch immer real und bedeutet den Abstand der Knotenpunkte beider Augen, des Untersuchers und des Untersuchten. Kein Correctionsglas ist erforderlich im Fall: Ee. Die Formel $V = \frac{208}{15} + \frac{208 \cdot q}{15 \cdot \infty}$ zeigt,

dass in diesem Fall die Veränderung von q keinen Einfluss auf die Vergrösserungszahl ausübt[1]).

4. Indem ausser γ noch q konstant gesetzt wird, bleibt für den Fall der Ametr. ant., wo auch y eine Constante darstellt, in der Gleichung $V = \frac{\gamma}{y} + \frac{\gamma \cdot q}{y\alpha}$ rechter Hand nur eine Variable, nämlich α, die Fernpunktsdistanz des untersuchten Auges.

Wir erkennen sofort, dass bei positivem endlichen α d. h. bei Myopie des untersuchten die Vergrösserungszahl V grösser wird als bei Emmetropie der Untersuchten, und zwar ist, wenn wir die Vergrösserungszahl für Emmetropie $\left(\frac{\gamma}{y} = 14\right)$ mit Ve bezeichnen, der Zuwachs $V - Ve = \frac{\gamma}{y} \cdot \frac{q}{\alpha}$, also umgekehrt proportional zu α: folglich wächst dieser Zuwachs, wenn α abnimmt, oder, was dasselbe ist, wenn der Grad der Myopie zunimmt.

Für negative endliche Werthe von α, also für Refractionshypermetropie des Untersuchten, ist $V < Ve$, oder der Zuwachs der Vergrösserung negativ: $V - Ve = -\frac{\gamma}{y} \cdot \frac{q}{\alpha}$; für die stärksten Grade der Hyperme-

[1]) Von denjenigen Fällen, wo mit Anspannung der Accomodation untersucht wird, sehen wir ab. Es ist ja klar, dass ein Emmetrop, Myop, unter Umständen selbst ein Hypermetrop, den Augengrund eines Hypermetropen mit Anspannung der Accommodation untersuchen kann; dass ferner ein Hypermetrop den Augengrund eines Myopen unter passender — incompleter oder completer — Erschlaffung der Accommodation betrachten kann; in diesen Fällen ist die Variation von q ohne wesentlichen Einfluss auf die Vergrösserungszahl.

tropie (den kleinsten absoluten Werth von α; d. h. die kürzeste Fernpunktsdistanz hinter dem Auge) hat jener negative Zuwachs den grössten absoluten Werth, ist die Vergrösserung also am geringsten. Setzen wir für $V - Ve$ (wo V variabel, Ve konstant ist) jetzt w und setzen wir die Constante $\frac{\gamma q}{y} = c$, so folgt $w = \frac{c}{\alpha}$ oder $w\alpha = c$, d. h. die Vergrösserungszahl bei Am. ant. lässt sich graphisch darstellen durch eine Hyperbel. Auf Fig. 2 stellt die punktirte Kurve (A. ant.) den practisch in Betracht kommenden Theil dieser Hyperbel dar von Hyperopie $^1/_3$ bis Myopie $^1/_3$: bei dem gewählten Massstab fällt das betreffende Stück des Hyperbelzweiges fast mit einer Geraden (der Asymptote) zusammen. Es ist die Hyperbel aber nicht nach ihrem Gesetz konstruirt, sondern einfach durch Berechnung einzelner Punkte gewonnen. Diese Rechnung lässt sich auch leicht im Kopf anstellen. Setzen wir $q = 27\,\text{mm}$., so ist $V = 14 + \frac{14}{\alpha}$[1], wo α die positive oder negative Fernpunktsdistanz bedeutet. Setzen wir $q = 40\,\text{mm}$., so ist $V = 14 + \frac{40 \cdot 14}{\alpha}$. Auf diese Weise ist die linke Hälfte der Tabelle II. gewonnen.

5. Für die Fälle von Ametropia postica wird in unserer Gleichung $V = \frac{\gamma}{y} + \frac{\gamma q}{y\alpha} = \frac{\gamma}{y}\left(1 + \frac{q}{\alpha}\right)$ rechter

[1]) Wer stärkere Vergrösserungszahlen liebt, mag mit Snellen u. Landolt gegen den gewöhnlichen Gebrauch der Physiker die Projectionsweite $\gamma = 300\,\text{mm}$. ansetzen; dann wird $V = 20 + \frac{20}{\alpha}$ u. s. w.

Tabelle II.

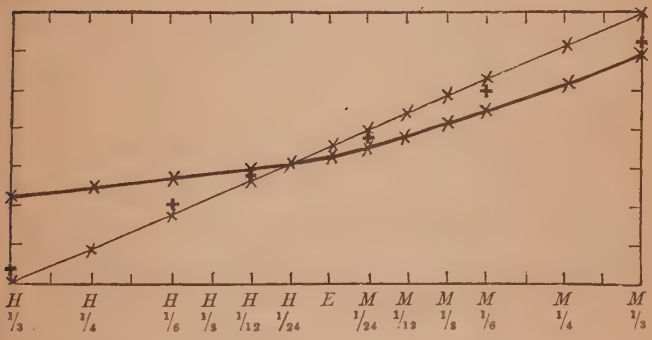
Brech-zu-stand.	V_1 A. ant. q=27 mm.	V_2 A. ant. q=40 mm.	W_1 A. post. q=27 mm.	W_2 A. post. q=40 mm.	U_1 A. mixt. q=27 mm.	U_2 A. mixt. q=40 mm.
H 1/3	9,4	7,0	11,8	8,9		8,6
H 1/4	10,5	8,7	12,8	10,7		
H 1/6	11,7	10,5	13,4	12,1		11,0
H 1/8	12,3	11,4	13,7	12,7		
H 1/12	12,8	12,2	13,9	13,3		
H 1/24	13,4	13,1	14,1	13,8		13,7
E	17,4	14,4	14,4	14,4		14,4
M 1/24	14,6	14,9	14,7	15,0		15,4
M 1/12	15,2	15,8	14,7	15,0		
M 1/8	15,7	16,6	14,7	15,5		
M 1/6	16,3	17,5	14,7	15,8		17,5
M 1/4	17,5	19,3	14,7	16,1		
M 1/3	18,6	21,0	14,7	16,6		21,0

Hand mit α zugleich y variabel, und zwar ändert sich y im entgegengesetzten Sinne wie α. Wenn α von $+\infty$ abnimmt bis 81 mm., d. h. wenn aus Emmetropie durch Aenderung der Sehaxenlänge ohne Aenderung des Doppelobjectives des Auges successive Myopie 1/3 hervorgeht, nimmt y successive zu von 15 mm. bis 19,6 mm.; und wenn α von $-\infty$ bis $-$ 81 mm. anwächst, d. h. wenn aus Emmetropie lediglich durch Aenderung der Sehaxenlänge Hypermetropie 1/3 hervorgeht, nimmt y ab von 15 mm. successive bis auf 12,16 mm. Somit entspricht einer sehr grossen Schwankung des α eine sehr geringe des y, wie ja auch aus der Gleichung $y = \frac{F_1 \alpha}{\alpha - F_2} = \frac{F_1}{1 - \frac{F_2}{\alpha}}$ sofort ein-

leuchtet, da $\frac{F_2}{\alpha}$ ein echter Bruch von geringem absolutem Werth ist. Die Function V bleibt demnach wesentlich abhängig von der Grösse α; ebenso wie im Fall der Refractionsametropie wächst auch im Fall der Axenametropie die Vergrösseruug des aufrechten Bildes von den stärksten Graden der Hypermetropie bis zur Emmetropie und von der Emmetropie bis zu den höchsten Graden der Myopie: nur wächst V jetzt langsamer wie in jenem Fall, d. h. die Function V hat jetzt ein schwächeres Gefälle.

Die ausgezogene Curve (Ametr. post.) in Figur 2,

Fig. 2.



welche V abhängig von α darstellt, ist vom 3. Grade; das praktisch in Betracht kommende Stück derselben, gefunden durch Berechnung einzelner Punkte derselben, ist nach einem solchen Maassstab (demselben wie die Curve Ametr. ant.) gezeichnet, dass es von einer geraden Linie nicht erheblich abweicht.

Die gewöhnlichen Fälle von Ametropie gehören in das Gebiet von Ametropia post. hinein.

Offenbar giebt es aber auch gemischte Ametropien d. h. solche, bei welchen gegenüber dem Fall der Emmetropie sowohl das Doppelobjektiv als auch die Axe variirt ist. Die Werthe von V, welche diesen gemischten Ametropien entsprechen, liegen in Figur 2 auf dem Flächenstück zwischen den beiden Curven Ametr. ant. und Ametr. postica und zwar in derjenigen Verticale für jeden Fall, welche durch den Grad der Ametropie angezeigt ist.

Am wichtigsten ist aus der gemischten Ametropie der Fall der Krümmungsametropie (s = constant): für diese sind die Hauptwerthe der Vergrösserung berechnet und sub U_2 in die Tab. II eingetragen; der Unterschied gegenüber der reinen Ametr. ant. ist unbedeutend. Ebenso sind in Figur 2 die Werthe von U_2 (für Krümmungsametropie) durch stehende Kreuze zwischen den beiden Curven bezeichnet. —

Für die Emmetropie wissen wir aus den ophthalmometrischen Untersuchungen von Donders, Mauthner u. A., dass mit derselben nur eine sehr geringe Variation der Axe und des Doppelobjektives gegenüber den schematischen Werthen gepaart sein kann.

Wir sind bei unseren Berechnungen von dem schematischen Auge ausgegangen, wie es Listing und Helmholtz angegeben und alle Physiologen und Ophthalmologen adoptirt haben. Dieses schematische Auge scheint nicht ganz der Natur zu entsprechen, wie Helmholtz selber, Donders, Becker, Mauthner u. A. hervorgehoben haben.

Wir können die gesammte Lichtbrechung im ruhenden Auge ersetzt denken durch drei Brechungen:

1. an der Vorderfläche der Hornhaut, 2. an der Vorderfläche der Crystalllinse, 3. an der Hinterfläche derselben.

Für jede der drei brechenden Flächen sind drei Constanten erforderlich und ausreichend: nämlich Brechungsverhältniss, Lage und Krümmung der brechenden Fläche.

Die Lage der brechenden Flächen ist auf die centrale Grube der Netzhaut zu beziehen.

Von den neun Constanten sind noch unbekannt und zur Zeit nicht messbar: 1. der totale Brechungsexponent (x) der Linse; 2. die Netzhaut-Linsendistanz (y). Es braucht jedoch nur eine von den beiden Grössen bestimmt zu werden, da durch den Begriff des ruhenden emmetropischen Auges noch eine Gleichung zwischen den Constanten seines dioptrischen Apparates gegeben ist, welche aussagt, dass die Netzhautgrube in der hintern Hauptbrennebene des Auges liegt.

Im aphakischen Auge ist x eliminirt; seine Constanten sind, da nur eine Lichtbrechung stattfindet, nach zahlreichen Untersuchungen:

1. r^1 = der (horizontale) Hornhautkrümmungsradius = 7,7 im Mittel.
2. n^1 = das Brechungsverhältniss der flüssigen Medien = 1,336 für die Frauenhofer'sche Linie D.
3. y^1 = die direct nicht messbare Hornhaut-Netzhautdistanz.

Dazu ist durch die Bestimmung seines (negativen) Fernpunktes noch eine Gleichung zwischen jenen drei Constanten gegeben, also y^1 bestimmbar. Donders berechnet auf diese Weise die Sehaxenlänge

des emmetropischen Auges auf 22,9 bis 23,9 mm. Becker findet durch zahlreiche Untersuchungen von Staaroperirten, dass aus Emmetropie durch Aphakie hervorgeht Hypermetropie $\frac{1}{2,65}$. Dieser Werth entspricht einer Axenlänge von 23,8 mm. Mauthner findet auf analoge Weise gleichfalls aus einer grossen Anzahl von Fällen die nämliche Hypermetropie $\frac{1}{2,62}$ bis $\frac{1}{2,65}$. Somit sind gute Beobachter und grosse Beobachtungsreihen in genügender Uebereinstimmung. Dazu kommt, dass bei einem während des Lebens mit dem Augenspiegel als emmetropisch erkannten Auge später anatomisch eine Sehaxenlänge von circa 23 mm. gefunden ist (Vergl. Hirschberg im Centralblatt f. M. W. 1876 No. 3). Nach den ophthalmometrischen Messungen kann man für das normale Auge den Abstand der vorderen Linsenfläche von der Hornhaut zu 3,6 mm. und den der hinteren Linsenfläche von der Hornhaut zu 7,2 mm. annehmen. Auch begeht man nur einen kleinen Fehler, wenn man fortfährt, den vereinigten Hauptpunkt der Krystalllinse 6 mm. hinter der Hornhaut zu verlegen. Man findet dann wenigstens für das reifere Alter der meisten Staaroperirten die Hauptbrennweite der Krystalllinse in Kammerwasser = 64 mm., ihren totalen Brechungsexponenten = 1,41. Die beiden Hauptpunkte der Linse fallen nahezu zusammen: der erste liegt 2,27 mm. hinter der vorderen Linsenfläche, der zweite 1,36 mm. vor der hinteren.

Demnach gestaltet sich durch Berechnungen von Dr. Hirschberg das dioptrische System des ruhenden

emmetropischen Auges etwa folgendermaassen, wenn wir die Entfernungen von der Hornhaut aus messen und die hinter derselben gelegene positiv rechnen:

der erste Hauptpunkt	+ 1,55	statt +	1,9
der zweite Hauptpunkt	+ 1,7	statt +	2,3
die hintere Hauptbrennweite	+ 22,1	statt +	19,9
die vordere Hauptbrennweite	+ 16,5	statt +	14,8
der hintere Hauptbrennpunkt	+ 23,8	statt +	22,2
der vordere Hauptbrennpunkt	— 15,0	statt —	12,9
der erste Knotenpunkt	+ 7,1	statt +	6,9
der zweite Knotenpunkt	+ 7,3	statt +	7,4

Das reducirte emmetropische Auge hat also seinen vereinigten Hauptpunkt + 1,6 mm., seinen vereinigten Knotenpunkt + 7,2 mm. hinter der Hornhaut (statt + 2,3 resp. 6,7), einen Krümmungsradius der einen brechenden Fläche = 5,6 mm. (statt 5,1), ein Brechungsverhältniss = 1,336, sodass die Werthe in Tab. II etwas zu gross sind, jedoch nur sehr unerheblich.

Am Schluss der Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Dr. Hirschberg, meinem verehrten Lehrer, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen für die freundliche Unterweisung während der Zeit meiner Thätigkeit in seiner Klinik und für die liebenswürdige Unterstützung und Hülfe bei Abfassung obiger Auseinandersetzungen.

THESEN.

1. In Fällen von Iridocyclitis, wo sich Membranen im Pupillargebiet gebildet haben oder die Linse getrübt ist, ist stets die Extraction der Linse vorzunehmen.
2. Zur Feststellung der sichern Diagnose eines pleuritischen Exsudates ist die Probepunction mit der Pravaz'schen Spritze nicht zu umgehen.
3. Die antiseptische Behandlung im Wochenbett ist der beste Schutz gegen Puerperalfieber.

Verfasser, Johannes Thel, am 12. December 1852 zu Wulkow, Provinz Brandenburg, geboren, evangelischer Confession, erhielt seinen ersten Unterricht in der Stadtschule zu Alt-Ruppin, besuchte 1863 bis 1872 das Gymnasium zu Neu-Ruppin, wurde im October 1872 in das Kgl. medicinisch-chirurgische Friedrich-Wilhelms-Institut aufgenommen. Vom 1. Mai bis 1. Nov. 1873 diente er mit der Waffe beim 2. Garde-Regiment zu Fuss. Das Tentamen physicum bestand er am 20. März 1875 und am 11. Juli 1876 das Examen rigorosum. Während seiner Studienzeit besuchte er die Vorlesungen, Curse und Kliniken der Herren: Adamkiewitz, Bardeleben, du Bois-Reymond, Burchard, Bose, Braun, Dove, Fasbender, Fräntzel, Frerichs, Gurlt, Hartmann, Henoch, Hirsch, Hirschberg, Hofmann, Horstmann, von Langenbeck, Leuthold, Lewin, Liebreich, Limann, Orth, Peters, Reichert, Richter, Schöller, Schröder, Schweigger, Skrzeczka, Sonnenschein, Virchow, Werder, Westphal. Allen diesen seinen verehrten Lehrern fühlt sich Verfasser zu innigem Dar ke verpflichtet.